

## 4.2 Расчет отверстий больших и средних мостов

Экономически наиболее выгодным является устройство мостов значительно меньшей длины, чем ширина разлива водного потока. Часть ширины перекрывают подходными насыпями. При этом сокращается число пролетных строений моста и опор. Однако при стеснении потока увеличивается его скорость в мостовом сечении, что вызывает размывы. Они приводят к понижению дна реки и тем самым угрожают устойчивости моста и подходных насыпей. Такой размыв называется *общим*. Его величина зависит от степени стеснения потока подходными насыпями  $\beta$ , определяемой по формуле

$$\beta = \frac{Q_p}{Q_{pm}}, \quad (4.12)$$

где  $Q_p$  – расчетный максимальный расход воды в реке;  $Q_{pm}$  – часть расчетного максимального расхода воды в реке, приходящаяся на отверстие моста.

Максимальную глубину воды в створе мостового перехода после возникновения общего размыва  $h_{pm\max}$  определяют по уравнению баланса наносов

$$h_{pm\max} = h_{pb\max} \cdot (\beta)^{8/9} \cdot \left( \frac{B_{гр}}{B_{pm}(1-\lambda)} \right)^{2/3}, \quad (4.13)$$

где  $h_{pb\max}$  – расчетная максимальная глубина воды в створе до возведения моста (при бытовом состоянии реки) при РУВВ, принимаемая по морфорасчетам;  $B_{гр}$  и  $B_{pm}$  – соответственно ширина главного русла при бытовом состоянии реки и ширина подмостового русла;  $\lambda$  – относительная часть длины мостового отверстия, занятая опорами и обычно равная 0,05.

Скорость потока в подмостовом русле  $v_{pm}$  –

$$v_{pm} = v_{гр} \cdot \left( \frac{B_{гр}}{B_{pm}(1-\lambda)} \right)^{1/4} \cdot \left( \frac{h_{pm\max}}{h_{pb\max}} \right)^{1/8}, \quad (4.14)$$

где  $v_{гр}$  – скорость воды в главном русле при РУВВ, принимаемая по морфорасчетам.

При морфометрической основе расчета вычисленные максимальные глубины общего размыва следует увеличивать на 15 % [1], следовательно, окончательно максимальная глубина общего размыва

$$h_{p\max} = 1,15 h_{pm\max}. \quad (4.15)$$

Далее вычисляют коэффициент размыва

$$\rho = \frac{h_{p\max}}{h_{pb\max}}. \quad (4.16)$$

Величину коэффициента размыва, как правило, следует принимать не более 2:

$$\rho \leq 2. \quad (4.17)$$

Водопропускное отверстие, перекрываемое мостом, называется *отверстием моста*. Его измеряют на отметке РУВВ между конусами подходных насыпей.

В практике проектирования мостового перехода наиболее часто могут встретиться следующие расчетные схемы отверстий мостов:

- *мост наименьшей длины* (отверстие моста перекрывает только главное русло реки);
- *мост с уширением русла* (искусственно расширяют русло, срезая часть поймы);

- мост с сохранением пойменного участка (отверстие моста перекрывает не только главное русло, но и часть поймы).

Сначала расчеты мостового отверстия выполняют по первой схеме, т.к. в этом случае ожидаются максимальные размывы.

#### 4.2.1 Мост наименьшей длины

Расчетная схема моста наименьшей длины показана на рис. 1. Ширину русла под мостом принимают равной ширине главного русла:  $B_{рм} = B_{гр}$ . Тогда часть расхода, приходящаяся на подмостовое отверстие в бытовом состоянии реки,  $Q_{рм} = Q_{гр}$ . Подставим эти данные в формулы (4.12), (4.13). Тогда

$$h_{рм\max} = h_{рб\max} \cdot \left( \frac{Q_p}{Q_{гр}} \right)^{8/9} \cdot \left( \frac{1}{(1-\lambda)} \right)^{2/3}. \quad (4.18)$$

По формуле (4.18) находят максимальную глубину воды после размыва  $h_{рм\max}$ , а затем по (4.14) – среднюю скорость в мостовом отверстии  $v_{рм}$ .

С учетом замечания (4.15) уточняют максимальную глубину после размыва и находят коэффициент размыва по формуле (4.16). Если  $\rho \leq 2$ , то принимают схему моста наименьшей длины. Новая редакция СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы» не требует снижения допускаемого значения коэффициента размыва до 1,75. Если условие (4.17) не выполняется, то рассматривают другие схемы.

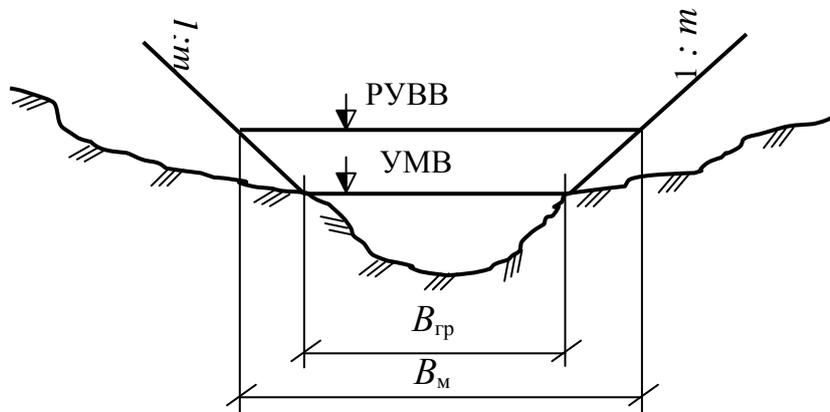


Рисунок 4.1 – Расчетная схема моста наименьшей длины

Длина мостового отверстия с учетом подходов насыпей составляет

$$B_m = B_{гр} + 2m \cdot h_{п}, \quad (4.19)$$

где  $m$  – заложение откосов конусов ( $m = 1,5$ );  $h_{п} = PУВВ - УМВ$ .

#### 4.2.2 Мост с искусственно уширенным руслом (со срезкой русла)

Искусственное уширение русла производят за счет срезки грунта на уровне межени вод в пойменной части отверстия моста, см. рис.4.2. Срезку грунта допускается предусматривать только на равнинных реках, в случае частого затопления пойм (т.е. затопления пойм паводками

с максимальными расходами воды ВП не менее 50-70%) и степени стеснения потока мостовым переходом при РУВВ не менее 1,7.

Для того чтобы определить частоту затопления пойм, необходимо с помощью клетчатки вероятностей определить расход воды ВП 50%. Затем по графику  $h=f(Q)$  найти соответствующий ему уровень воды  $h_{50\%}$  и сравнить его с отметкой дна пойм. Если отметки дна пойм ниже отметки  $h_{50\%}$ , то рассматривают схему моста с уширенным руслом.

Алгоритм расчета – следующий.

1. Задают суммарную длину срезки  $b_c$  (например 10 м) и вычисляют ширину подмостового отверстия

$$B_{pm} = B_{гр} + b_c. \quad (4.20)$$

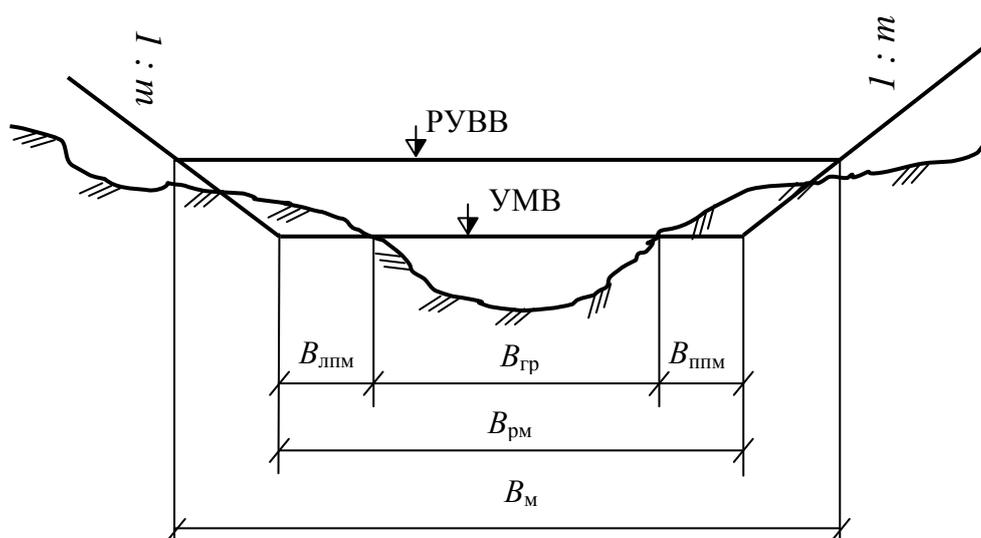


Рисунок 4.2 – Расчетная схема моста с уширенным руслом

2. Далее перераспределяют эту суммарную длину срезки между поймами. Для этого вычисляют коэффициент пропорциональности  $\xi = \frac{Q_{лп}}{Q_{лп} + Q_{пп}}$ .

3. Назначают длины срезов пропорционально пойменным расходам воды по формуле:

$$B_{лпм} = \xi \cdot b_c; \quad B_{ппм} = (1 - \xi) \cdot b_c;$$

В случае устройства односторонней срезки  $B_{лпм} = b_c$  или  $B_{ппм} = b_c$ .

4. Вычисляют часть расчетного расхода воды, приходящуюся на отверстие моста, по формуле

$$Q_{pm} = Q_{гр} + Q_{лпм} + Q_{ппм}, \quad (4.21)$$

где

$$Q_{лпм} = \frac{B_{лпм}}{B_{лп}} \cdot Q_{лп}; \quad Q_{ппм} = \frac{B_{ппм}}{B_{пп}} \cdot Q_{пп}.$$

5. Определяют степень стеснения потока по формуле (4.12).

6. По уравнению баланса наносов (4.13) вычисляют глубину потока  $h_{pm \max}$ . Если получилось, что  $h_{pm \max} < h_{рб \max}$ , то следует уменьшить значение  $b_c$  и провести расчеты заново.



5. Длина мостового отверстия:

$$B_m = B_{гр} + B_{пм} + m \cdot (h_{пл} + h_{пп}), \quad (4.26)$$

где  $h_{пл}$ ,  $h_{пп}$  – глубина потока в месте сопряжения конуса с левой и правой поймой соответственно (см. рис. 4.3).

6. Скорости потока на пойменном участке мостового отверстия соответственно для левой  $v_{лпм}$  или правой  $v_{ппм}$  поймы определяют по формулам

$$v_{лпм} = \frac{Q_{лпм}}{B_{лпм} \cdot h_{лп}}, \quad v_{ппм} = \frac{Q_{ппм}}{B_{ппм} \cdot h_{пп}}, \quad (4.27)$$

где  $Q_{лпм} = \beta \cdot Q_{лп}$ ;  $Q_{ппм} = \beta \cdot Q_{пп}$ ;  $h_{лп}$ ;  $h_{пп}$ ;  $Q_{лп}$ ;  $Q_{пп}$  – средние величины глубины и расхода на левой и правой поймах, полученные по расчетам морфоствора для РУВВ.

7. Скорость потока в русловой части мостового отверстия определяют по формуле (4.14).

#### Список источников

1. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2011. – 287 с.